

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25282177

研究課題名(和文) 快適生活支援BCIシステムに関する研究

研究課題名(英文) A study on supporting system for comfortable life based on BCI

研究代表者

井上 勝裕 (Inoue, Katsuhiko)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授

研究者番号：00150516

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、1日を通して快適な生活支援が可能な快適生活支援BCIシステムを構築することを目的として、通常の意識下で使用されるBCIシステムの多様化や性能向上をはかるとともに、無意識下での使用者の状態に応じた環境コントロールが可能なシステムの開発および、そのために必要な脳波・心電図・体動・体表面温度等の信号解析手法に関して研究を進め、研究で得られた知見をもとにプロトタイプシステムを構築し、種々の実験を通じて、その有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is development of supporting system based on BCI for comfortable life during a day. It is necessary to achieve the following matter to develop such a system. (1) Diversification and performance improvement of usual BCI system used under consciousness. (2) Development of environmental control system according to user's state under unconsciousness. Therefore, various signal processing method of bio-signals (EEG, EMG, body movement, the body surface temperature, etc.) appropriate for these purpose were developed and the BCI system related to the movement imagination, visual evoked potential, auditory steady state response and figure imagination were investigated in order to extract more various biological information. And the effectiveness of our developed systems based on this study was confirmed through various experiments.

研究分野：生体信号処理

キーワード：生体信号処理 BCI 脳波 睡眠 リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

人間の認識過程、あるいは動作決定過程における脳内活動の変動状況に関する情報を抽出することにより、人間が何をしようとしているのかを観測脳波から推測して、インターフェースとして利用するブレイン・コンピュータ・インターフェース(以下、BCIと略す)に関する研究が世界的に進められ、既に、種々のシステムが実現されており、我々も、既存の信号処理手法や新たに独自に構築した解析手法を利用して、種々のBCIシステムに関するシステムについて研究を行い、有意な結果を得ていた。

しかし、これらのBCIシステムは、いずれも使用者が意識的に入力を行うものであり、ハンディキャップユーザにとって、無意識な状態(睡眠時や潜在的な感情不安定状態、等々)において、それを意識化し、BCIシステムを操作することはストレスとなるものと考えられ、無意識下での状態変動を検出してインターフェースとして利用することが必要であったが、無意識な状態を把握して環境をコントロールするシステムまで考慮した研究は極めて少ない状況であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、通常意識下で使用されるBCIシステムの多様化や性能向上(精度向上、操作の簡便性等)をはかるとともに、無意識下での使用者の状態に応じた環境コントロールが可能なシステムの開発を行い、1日を通して快適な生活支援が可能な快適環境支援BCIシステムを構築するとともに、そのために必要な脳波・心電図・体動・体表面温度等の信号解析手法を確立することである。

3. 研究の方法

1日を通して快適な生活支援が可能な快適環境支援BCIシステムを構築するためには、通常意識下で使用されるBCIシステムの多様化や性能向上をはかるとともに、無意識下での使用者の睡眠状態の推定法を確立する必要があり、以下の方法で研究を行った。

(1) 脳波等の生体信号解析手法の開発

ICAによって推定される混合行列からの脳内信号源の位置推定と特徴抽出法を確立するとともに、形状特徴の汎用的解析が可能なパタンスペクトル解析手法を確立する。また、睡眠解析やBCIシステム使用時の被験者状態推定に利用するための自律神経リズムのリアルタイム推定法の開発を行う。

(2) BCIシステムの多様化・性能向上

図形注視・想像時や四肢動作想像時、単純動作・複雑動作時の脳波変動や聴性定常反応を利用したBCIシステムに関して検討を進めるとともに、右手・左手動作想像と定常性視覚誘発電位を利用したハイブリッドBCIシステムの構築を図る。

(3) 睡眠状態推定手法の開発

睡眠の質評価を目的として、睡眠時無呼吸症候群(SAS)患者やOSA睡眠調査票から算出される睡眠スコアを情報として持つ健康正常成人の睡眠脳波の周波数解析や波形形状解析を行い、質を評価可能なパラメータを決定する。

(4) 実システムの構築

BCIシステムを組み込んだ電動車椅子制御システムの開発を行うとともに、両眼ARメガネを利用した制御対象物の領域選択や刺激提示インターフェースの開発を行う。

(5) 代替インターフェースに関する検討

高価な脳波計を使用せずにシステムを実現するために、電極数やサンプリング周波数等に制約のある安価な簡易脳波計、KINECT、赤外線サーモグラフィ、マット下に設置した圧力センサ等を利用した生体状態の推定法について検討する。

4. 研究成果

(1) 脳波等の生体信号解析手法の開発

ICAを利用した特徴抽出法

ICAを用いたブラインド信号分離手法を利用し、推定される分離行列の逆行列(推定混合行列)の要素をソース信号と各電極で得られる脳波信号の引力として、その平衡点(重心)を推定する手法を開発し、睡眠脳波解析に適用した結果、Stage REMでは重心位置が主として後頭部に出現することに対して、それ以外のステージでは偏りが見られないなど、新たな特徴抽出の可能性を確認するとともに、後述のBCIシステム等にも使用し、その有効性を確認した。

パタンスペクトル解析法

モロフォルジカルフィルタを利用するパタンスペクトル解析手法を波形形状解析手法として整備し、その分布の歪度や尖度を特徴量とすることによって、睡眠脳波の高振幅徐波とK複合波における分布形状が異なることを明らかにできるなど、形状特徴量の抽出法としての有効性を確認した。

自律神経リズム解析法

CD法によるECG信号の時間周波数解析を行い、特定帯域の最大パワー周波数変動量や、位相変動量からカルマン・フィルタを利用してLF、HF成分をリアルタイムに推定する手法の開発を行い、実データに適用してその有意性を確認した。

(2) BCIシステムの多様化・性能向上

図形・注視想像時の脳波変動検出

図形(縞パタン(横縞、縦縞、斜右上がり縞、斜め左上がり縞))の注視・想像に関して実験を行い、脳波に含まれる周波数成分を特徴量としてパタン認識を行った結果、80%以上の精度で識別可能であることを確認した。また、色付き図形(形状: \cdot \cdot \times ; 色: 赤・緑・青)注視時の24電極から導出され

た脳波から AdaBoost 法を組み込んだ集団学習を使用して注視図形の識別を行った結果、被験者ごとに識別に有効な有色図形の組合せが存在するものの、2図形の識別において、80%~90%の識別率が得られ、BCIシステムにおける On・Off 等のスイッチとして図形注視を利用可能であることを確認した。

四肢動作想像時の脳波変動検出

従来の周波数特徴量に基づく右手・左手動作想像識別において、処理時間帯・使用電極の組合せから6種類の識別器を構成して多数決法を利用する等の改善を行い、90%以上の識別精度が得られることを確認するとともに、運動準備電位や随伴陰性変動、Negative Slope 等の特徴量を利用した四肢動作想像時における単一試行脳波データの識別を試みた結果、被験者による精度の違いはあるものの、右手・左手・右足・左足の4クラス識別において、最高で80%程度の精度が得られ、2クラス識別では、一部の被験者において90%以上の識別精度が得られるなど、通常平均加算処理を施さないと顕著に現れない特徴量を利用して、単一試行データからの動作種別の識別が可能であることを確認した。

また、運動準備電位波形(図1参照)の詳細な解析を行った結果、単一試行脳波の動作想像開始前1.2秒から0.2秒の区間において、Cz から得られる脳波形状は、右手と右足および左手・左足が同様な応答を示し、左右どちらの四肢を動かすことを想像したかの判別に寄与していること、また、C3とC4から得られる脳波は、手動作想像においては対側側脳波の振幅が増大するとともに、区間の最初の部分の負傾斜が特徴的であることに対して、足動作想像時は、同側側脳波の振幅が増大するとともに、区間後半部での負成分の増加が特徴的であるなど、足と手の判別に寄与していることを確認した。

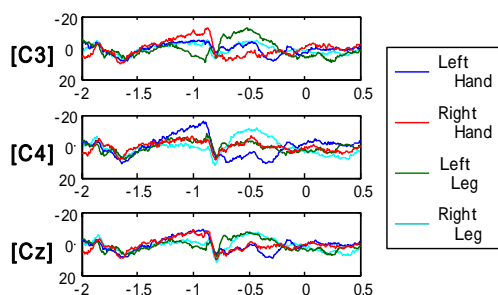


図1. 各電極における運動準備電位波形

更に、ICA 利用した手法では、推定される重心位置が解析区間によって異なり、動作想像開始前2秒から0秒までを解析区間としてソース信号を選択した場合は、手は同側に、足は対側に表れる傾向にあるが、解析区間を動作想像開始前1秒から0秒とすると逆の現象が出現するなど、さらに詳細な解析が必要であるものの、意思決定や運動指令に関する分離の可能性を示唆する結果も得られ、BCIへの適用可能性を確認した。

単純・複雑動作想像時の脳波変動検出

実動作時と想像時の脳波の有向情報量解析を行った結果、各電極での情報の総流入量と総流出量が、動作開始時刻付近で、実働時・想像時に共通して、ともに最小値を取っており、動作が行われる瞬間の時刻では情報の移動は殆どなく、それ以前に動作に関する情報の交換が脳内では行われていることを示唆する結果が得られた。また、前頭前野付近の電極Fpzと一次運動野付近の電極Cz間の情報の流れを確認すると、手指の掌握運動などの単純な運動は複雑な運動と比べて情報量の変動が大きく、動作想像時においても運動準備電位が出現する-1秒~0秒付近では流れる情報量に有意差が見られること、単純運動の場合では動作想像時より実動時にCzからFpzへと流れる情報量が多いのに対し、複雑運動では実動と動作想像に情報量に大きな違いがないことを確認した。以上のことより、更に検討が必要であるものの、動作想像種別の判別を利用したBCIシステムの実現可能性を確認した。

聴性定常反応検出

被験者に37Hz,43Hzで振幅変調した音を同時に聞かせ、指示に従い片方の音に注意を向ける実験を行い、20秒長のデータに対して、周波数成分(窓幅1秒、オーバーラップ幅0.5秒での短時間フーリエ変換の平均加算)を特徴量として、注意方向の識別をベイズ判定法によって行った結果、被験者毎に最適な時間帯、周波数成分、脳波採取部位が異なるものの、70%以上の識別率が得られ、BCIシステムへの適用可能性を確認した。

ハイブリッドBCIシステム

右手左手動作想像による事象関連電位と点滅刺激の注視による定常性視覚誘発電位を組み合わせたBCIシステムを構築して実験を行い、その実験で得た注視・想像中のデータに対して周波数、傾き等を特徴量として、線形判別分析法を用いた解析を行った結果、全被験者において平均約90%と比較的高い識別率を得るとともに、単なる動作想像識別と比較すると約10%の改善が見られるなど、ハイブリッド化の利点を確認した。

(3) 睡眠状態推定手法の開発

周波数解析

OSA 睡眠調査票から算出される睡眠スコアや睡眠時無呼吸症候群(SAS)患者におけるCPAP治療前後でのデータを用いて、睡眠の質と出現脳波の相関について解析した結果、帯域間パワー比(1Hz/2Hz,11Hz/12Hz)が大きいほど睡眠の質が悪くなる傾向にあること、またCPAP適用後、波帯域以下の脳波形状(パタンスペクトル)に変化が見られることを確認した。

パタンスペクトル解析

SAS 患者および健常正常成人の睡眠脳波において、特に高振幅徐波のパタンスペクトル分布（図2参照）の歪度分布が異なり、健常正常成人では減少する谷波形に関するパタンスペクトルが SAS 患者では減少せず、山波形に関するものと同等に出現すること、つまり、極性に関してより対象な波形になること、および、パタンスペクトル分布の歪度、尖度の平均が CPAP 適用後に減少する傾向が見られることや、健常者は SAS 患者より丸みを帯びた谷波形を持つ傾向にあることを確認した。また、SAS 患者の再呼吸開始時に出現する覚醒徐波は、通常の高振幅徐波より波長が短い傾向にあることを確認でき、脳波波形形状から睡眠の質を評価できる可能性を確認した。

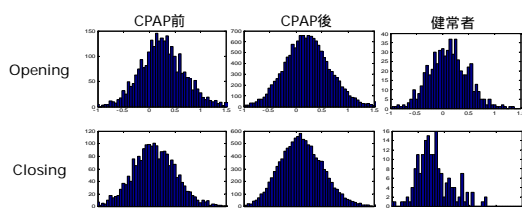


図2．睡眠脳波のパタンスペクトル分布例

(4) 実システムの構築

BCIシステムを利用した電動車椅子制御システムのプロトタイプを製作し、実用化に向けての問題点を検討するとともに、仮想3D空間を利用するBCI用電動車椅子操作トレーニングシステムを開発し、その有用性を確認した。また、両眼ARメガネを利用した制御対象物の領域選択や刺激提示インターフェースの開発を行い電動車椅子の制御システムに組み込み、その予備実験として、SS-VEPを利用した実験を行ったが、ARメガネのリフレッシュレートの問題から、光刺激提示周波数の任意設定が困難であり、刺激としては、静的刺激を使用することが好ましいことが確認され、現在、静的刺激に対する図形注視あるいは動作想像を利用するBCIシステムの開発を行っているところである。

(5) 代替インターフェースに関する検討

圧力変動センサ

顕著なR波相当成分を検出できない布団下に配置したエアバッグの圧力変動等の信号に対して、CD法・カルマンフィルタを利用したリズム推定手法により、心電図信号から推定される自律神経リズムと相関の高い情報の抽出が可能であることを確認した。

KINECT・赤外線サーモグラフ

KINECTを用いて、呼吸バンドセンサ等と同等の呼吸解析が可能であり、毛布程度の薄い寝具であれば、布団下の被験者の平均呼吸数や寝姿勢の推定、体動のタイミング検知等が可能であることを確認した。また、KINECTから得られる赤外線顔画像および

赤外線サーモグラフから得られる顔温度画像からの心拍関連情報の抽出を試みた結果、安価なKINECTを使用した赤外線顔画像からでも、3領域から得られる時系列データに関して独立成分分析(ICA)に基づく信号分離を行うことにより、心電図から得られるR-R間隔時系列に相関の高い情報を抽出でき、自律神経リズムの推定が可能であることを確認した。

安価な脳波計を利用したBCI

電極配置・サンプリング周波数に制約のある安価なEmotive社製EPOCの使用を想定した実験を行い、運動野周辺に電極を配置できないEPOCでは、10%程度精度が劣化するものの、ICAを使用することによりその劣化を抑えることが可能であることを確認した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計19件)

1. R.Shibata, K.Hontani, M.Maeda, K.Inoue, Feature extraction method for EEG in the motor imagery of limbs, Proc. of the 47th IS-CIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2017, pp.86-92
2. T.Yamazaki, A.Akiyama, E.Soejima, T.Yamamoto, Potential association between modular structures of brain functional connectivity networks and individual variability in foreign language ability, Cognitive Studies, 査読有, 24(1), 2017, pp.118-128
3. N.Iwasaki, M.Tamaki, S.Fukase, K.Inoue, H.Gotanda, A study on sound source tracking based on a frame-wise DOA estimation, Proc. of the 47th IS-CIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2016, pp.74-80, DOI: <http://doi.org/10.5687/sss.2016.74>
4. W.Taketoshi, M.Maeda, J.Kobayashi, K.Inoue, Feature Extraction for Finger Motor Imagery, Proc. of the 47th IS-CIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2016, pp.34-40, DOI:<http://doi.org/10.5687/sss.2016.34>
5. M.Sakamoto, H.Yamaguchi, T.Yamazaki, K.Kamijo, T.Yamanoi, Performance of a Bayesian-network-model-based BCI using single-trial EEGs, IEICE TRANS. INF. & SYST., 査読有, Vol.E98-D, No.11, 2015, pp.1976-1981
6. T.Yamaguchi, K.Nakao, M.Maeda, K.Inoue, A Hybrid Brain-Computer Interface System using SS-VEP and EEG Related to Motor Imagery, Proc. of the 46th IS-CIE International Symposium on Stochastic Systems and

- Systems Theory and its Applications, 査読有, 2015, pp.130-135, DOI:10.5687/sss.2015.130
7. N.Iwasaki, S.Nishimura, K.Inoue, H.Gotanda, Blind Source Separation Using Frame-Wise DOA Estimates Based On DUET, ICIC Express Letter, 査読有, 2015, Vol.6, No.3, pp.877-886
 8. N.Iwasaki, K.Inoue, H.Gotanda, A Real Time Oriented Sound Source DOA Estimation Based on Sparseness, システム制御情報学会論文誌, 査読有, 2014, Vol.27, No.12, pp.493-500
 9. T.Yamazaki et al. ,Categorical-Data-Based BCI with Motor Imagery Using Equivalent Current Dipole Source Localization, Journal of Rehabilitation Robotics, 査読有, Vol.2, 2014, pp.1-12
 10. 山崎敏正, 浦田理沙, 藤太一, 黒岩義之, 脳の functional connectivity network: ネットワーク理論の立場から, 神経内科, 査読有, Vol.81, No.2, 2014, pp.204-209
 11. S.Matsuzaki, M.Maeda, K.Inoue, Information Theoretic Geometric Features Selection for 3-D Object Recognition, Proc. of the 45th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2014, pp.23-28
 12. T.Ishibashi, Y.Tajiri, K.Inoue, H.Gotanda, A Noise Reduction Method Using Joint Distribution of Observed Signals, Proc. of the 45th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2014, pp.367-372
 13. G.Takahashi, K.Inoue, A Study of Classification Methods in Auditory Steady-State Response based on Brain-Computer Interface, Proc. of the 45th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2014, pp.319-324
 14. N.Iwasaki, S.Nishimura, K.Inoue, H.Gotanda, Framewise DOA Estimation of Sound Sources, Proc. of the 45th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2014, pp.373-380
 15. T.Ishibashi, Y.Tajiri, K.Inoue, H.Gotanda, Blind Source Separation based on Estimation for the Number of Source Signals using Hough Transform, Proc. of the 44th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2013, pp.283-288
 16. T.Ishibashi, K.Fujimori, K.Inoue, H.Gotanda, Target Speech Extraction based on orthogonalization of Joint Distribution of Observed Signals, Proc. of the 44th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems and Systems Theory and its Applications, 査読有, 2013, pp.289-294
 17. T.Mizoguchi, J.Irie, K.Inoue, A Model-Based Approach in VEP-Based Brain-Computer Interface, ICIC Express Letter, 査読有, Vol.7, No.4, 2013, pp.1393-1400
 18. T.Yamaguchi, M.Fujio, K.Inoue, Redundant Morphological Wavelet and Local Pattern Spectrum, International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing, 査読有, Vol.11, No.4, 2013, pp.1360001-1-14, DOI: 10.1142/S0219691313600011
 19. K.Miyaniishi, T.Yamaguchi, M.Fujio, K.Inoue, EEG Analysis during Sleep by using Morphological Local Pattern Spectrum. ICIC Express Letter, 査読有, Vol.7, No.5, 2013, pp.1469-1474
- 〔学会発表〕(計 66 件)
1. 山田雅巳, 尾下裕亮, 前田誠, 井上勝裕, 睡眠時における顔の赤外線画像およびサーモグラフィ画像による心拍情報抽出, 2017年日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2017年3月4日, p.38,九州大学(福岡市)
 2. 本谷謙次, 柴田僚介, 梶間光法, 前田誠, 井上勝裕, 集団学習を用いた有色図形注視時の脳波変動検出, 計測自動制御学会九州支部第33回学術講演会, 2016年11月27日, p.194, 佐賀大学(佐賀市)
 3. 井上勝裕, 刑部勝也, 四肢動作想像時の脳波パターン識別, 第46回日本臨床神経生理学学会・学術大会, 2016年10月27日, p.406, ホテルハマツ(福島県郡山市)
 4. 杉田義郎, 井上勝裕, 睡眠時無呼吸の再呼吸時に出現する低周波脳波活動と睡眠徐波の波形形状解析, 日本睡眠学会第41回定期学術集会, 2016年7月8日, p.192, 京王プラザホテル(東京都)
 5. 井上勝裕, 森健太, 前田誠, 心拍情報に基づく睡眠時生体リズム抽出法, 日本睡眠学会第41回定期学術集会, 2016年7月8日, p.260, 京王プラザホテル(東京都)
 6. 住友悠真, 柴田僚介, 前田誠, 井上勝裕, 仮想3D空間シミュレータを利用したBCIトレーニングシステムの構築, 日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2016年3月5日, p.21, 佐賀大学(佐賀市)
 7. W.Taketoshi, K.Inoue, J.Kobayashi, M.Maeda, Studies on Bereitschafts Potential during Motor Imagery, SICE LE部門シンポジウム2015, 2015年9月2日, pp.30-32, 九州工業大学(福岡県飯塚市)
 8. T.Yamazaki, Development of new BCI algorithms using scalp-recorded EEGs-, SICE LE部門シンポジウム2015, 2015年9月4日, 九州工業大学(福岡県飯塚市)
 9. K.Osakabe, W.Taketoshi, M.Kajima, M.Maeda, K.Inoue, Determination method of motor imagined limbs based on the EEG signals, Proc. of SICE Annual Conference 2015 (CCC&SICE2015), 2015年7月30日,

- pp.1544-1549, 杭州(中国),
10. 井上勝裕, 連続変動する睡眠関連情報と学習用PSGステージのパラメータ解析機能, 日本睡眠学会第40回定期学術集会, 2015年7月2日, p.131, 栃木県総合文化センター(栃木県宇都宮市)
 11. S.Kawasaki, R.Uezono, M.Maeda, K.Inoue, A study on the relation between sleep quality and EEG, Proc. of 9TH International Conference on Complex Medical Engineering (CME2015), 2015年6月19日, p.323, 岡山コンベンションセンター(岡山市)
 12. K.Mori, K.Inoue, M.Maeda, An autonomic rhythm extraction method based on ECG signals by using Time-frequency analysis, Proc. of 9TH International Conference on Complex Medical Engineering (CME2015), 2015年6月19日, pp.32-33, 岡山コンベンションセンター(岡山市)
 13. 芳賀智大, 前田誠, 井上勝裕, BCIシステムにおけるARメガネの適用に関する研究, 平成27年度日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2015年3月7日, p.23, 九州大学(福岡市)
 14. 千千和成美, 前田誠, 井上勝裕, 簡易脳波計測装置を用いた電動車椅子の制御システムの構築, 平成27年度日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2015年3月7日, p.24, 九州大学(福岡市)
 15. K.Inoue, Estimation of Human State based on EEG Signal Analysis, ICROS – SICE Kyushu Chapter 1st Joint Workshop on Robotics and Control, 2015年1月9日, pp.15-25, 九州工業大学サテライト福岡天神(福岡市)
 16. 平戸健太郎, 前田誠, 井上勝裕, ヘルスケアモニタリングを目的としたKinectに基づく現実的環境下での生体情報計測, 第33回計測自動制御学会九州支部学術講演会, 2014年12月6日, pp.95-96, 九州工業大学(福岡県北九州市)
 17. 井上勝裕, 脳波信号処理に基づくヒトの状態推定, 統計数理研究所・共同研究集会「非侵襲生体信号の解析・モデル化技術とその周辺2」研究会, 2014年12月5日, 統計数理研究所(東京都立川市)
 18. 井上勝裕, 山下真司, 独立成分分析法に基づくソース-信号重心位置を特徴量とした睡眠脳波解析, 日本睡眠学会第39回定期学術集会, 2014年7月4日, p.254, あわぎんホール(徳島市)
 19. 恒吉拓央, 前田誠, 井上勝裕, 軽量・小型脳波計測装置と頭部装着型ディスプレイを用いたBCIシステムの構築 ~ HMDによる点滅刺激提示の評価~, 平成26年度日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2014年3月1日, p.28, 九州工業大学(福岡県飯塚市)
 20. 張朔, 木下晃一, 前田誠, 井上勝裕, 縞パターン刺激を用いたBCIシステムに関する研究, 平成26年度日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2014年3月1日, p.27, 九州工業大学(福岡県飯塚市)
 21. 山口拓郎, 中尾圭志, 前田誠, 井上勝裕, 右手左手動作想像時脳波と定常性視覚誘発電位を用いたハイブリッドBCIシステム, 計測自動制御学会九州支部第32回学術講演会, 2013年11月30日, pp.239-240, 長崎大学(長崎市)
 22. 井上勝裕, 木下晃一, 図形注視・想像時の脳波変動解析, 第43回日本臨床神経生理学会・学術大会, 2013年11月7日, p.465, 高知県立県民文化ホール(高知市)
 23. 溝上桂志朗, 上園隆之助, 宮西康平, 前田誠, 井上勝裕, パタンスペクトルを用いた睡眠脳波の形状解析, 生体医工学シンポジウム2013, 2013年9月20日, pp.3-10, 九州大学(福岡市)
 24. 井上勝裕, 宮西康平, 睡眠時脳波の形状変動解析, 日本睡眠学会第38回定期学術集会, 2013年6月28日, p.182, 秋田市にぎわい交流館あう(秋田市)
 25. 井上勝裕, 高地碧, REMs出現率に着目したレム睡眠時の脳波・心拍解析, 日本睡眠学会第38回定期学術集会, 2013年6月27日, p.182, 秋田市にぎわい交流館あう(秋田市)
- 他 41 件
- 〔図書〕(計 2 件)
1. T.Yamazaki, Silent Speech Brain-Computer Interface in Japanese, Lambert Academic Publishing, 2016年2月, 単著, 57ページ
 2. 井上勝裕, 電気学会125周年史(「5.3節 学習」の中の「序文」ならびに「5-3-1 手法」の執筆担当) 一般社団法人・電気学会, 2013年10月, pp.654-655
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
井上 勝裕 (INOUE, Katsuhiko)
九州工業大学・大学院情報工学研究院
・教授
研究者番号: 00150516
- (2) 研究分担者
山崎 敏正 (YAMAZAKI, Toshimasa)
九州工業大学・大学院情報工学研究院
・教授
研究者番号: 50392163
- 前田 誠 (MAEDA, Makoto)
九州工業大学・大学院情報工学研究院
・助教
研究者番号: 00274556
藤尾 光彦 (FUJIO, Mitsuhiro)
近畿大学・工学部・教授
研究者番号: 00284597